

**Mapas conceituais e o jogo:
estratégias pedagógicas de
ensino e aprendizagem de
Bioquímica**

Ana Maria Ponzio de Azevedo
Maria Suzana Marc Amoretti
Maria Isabel Timm
Milton Antonio Zaro

**Conceptual maps and a game:
pedagogic strategies for
biochemistry teaching
and learning**

Resumo: O artigo relata e analisa a utilização de mapas conceituais aplicados à avaliação de conceitos aprendidos com o uso do jogo Diagrama Metabólico Dinâmico (DMD) na disciplina de Bioquímica da Fundação Faculdade Federal de Ciências Médicas de Porto Alegre. Explora a validade do uso do mapa conceitual como ferramenta pedagógica, pelo estudante, na modelagem dos conceitos e auto-avaliação; e pelo professor, no acompanhamento e avaliação do processo de aquisição de conhecimento pelo aluno. Cada participante, individualmente, construiu um mapa conceitual inicial, sobre um determinado metabólito indicado pelo professor. Em seguida, participou de uma atividade em grupo, montando, de forma colaborativa e cooperativa, um jogo sobre este metabólito e após construiu, individualmente, novo mapa conceitual. Uma análise qualitativa comparativa foi feita entre os mapas conceituais inicial e final de cada participante. O inicial foi usado como indicador do conhecimento prévio do participante sobre o assunto trabalhado e o final para verificar a expansão dos conceitos processados pelo aluno após o jogo. Foram considerados os seguintes pontos: predominância do caráter associativo ou classificatório; conceitos e relações corretas; número de relações. Os mapas iniciais indicaram que todos os alunos possuem algum esquema mental prévio sobre o conceito proposto. Todos os mapas conceituais finais indicaram expansão de conceitos em relação aos mapas iniciais, o que pode ser percebido até mesmo pela observação do tamanho dos grafos. A observação puramente visual comparativa entre os mapas mostra que houve uma agregação de novos elementos. Evidenciou-se a predominância do caráter associativo em relação ao caráter classificatório. Os resultados apresentados sugerem a validade do uso do mapa conceitual como estratégia de acompanhamento do processo cognitivo, pelo professor e pelo próprio aluno.

Palavras-chave: mapa conceitual, estratégia cognitiva, ensino de bioquímica, construção do conhecimento, trabalho colaborativo.

Abstract: This paper reports on the use of concept maps applied to the evaluation of concepts learned through the use of the game Dynamic Metabolic Diagram (DMD - described in *Biochemical Education*, vol. 20, n 2, p. 97-98, 1992) in the discipline of Biochemistry of FFCMPA. An investigation was carried out into the validity of using concept maps as a pedagogical tool both by the student, in the modeling of concepts, and by the teacher, in the assessment of the student's learning. Each participant constructed an initial concept map about a given metabolite assigned by the teacher. Subsequently, he or she participated in a group activity, playing an educational game about this metabolite, and later the student constructed a new concept map. A comparative qualitative analysis was carried out between the initial and final concept maps of each participant. The initial concept was used as an indicator of the participant's previous knowledge of the topic, and the final concept was used to check the expansion of the concepts by the student after playing the game. The following criteria were used: predominance of associative or classificatory character; correct concepts and relationships; number of relationships. A purely visual comparison between the maps indicated that new elements have been added. The associative character has been shown to predominate when compared to the classificatory one. The results obtained suggest the validity of using concept maps as a strategy to monitor the cognitive process, both by the teacher and by the student.

Keywords: concept map, cognitive strategy, biochemistry teaching, knowledge construction, collaborative work.

AZEVEDO, Ana Maria Ponzio de et al. Mapas conceituais e o jogo: estratégias pedagógicas de ensino e aprendizagem de Bioquímica. *Informática na Educação: teoria & prática*, Porto Alegre, v.7, n. 1, p. 59-71, jan./jun. 2004.

1 Apresentação

O DMD É baseado num jogo de seqüência lÚgica, que vem sendo usado desde 1991 na disciplina de Bioquímica da FFFCMPA. O jogo, na sua primeira versão, foi documentado na revista *Biochemical Education* (SIQUEIRA, 1992). Nesta experiência, procurou-se associar ao uso do DMD a aplicao de *mapas conceituais*, como estratégia de ensino e aprendizagem, tendo como objetivos gerais explorar as possibilidades de uso dessas ferramentas de representao de conceitos e suas relaies para avaliao do conhecimento do aluno. Para isso, foi elaborada pesquisa experimental com dois grupos de estudantes que já tinham cursado ou ainda estavam cursando a disciplina de Bioquímica. Foram feitas análises de mapas conceituais elaborados pelo aluno antes e depois do jogo. Não serão considerados neste artigo elementos relacionados  tecnologia de produo e operao do jogo e de realizao dos mapas conceituais.

2 Introduo

Promover a aprendizagem do aluno É objetivo principal do professor. Na prática pedagógica, É importante o professor conhecer como ocorre a aprendizagem e refletir sobre seu papel como mediador do processo de aprendizagem do aluno. A grande quantidade de informaies, em todas as áreas, torna o aprendizado de novos conteúdos ilimitado.

Dessa forma, a tarefa do professor, inclusive no ensino superior, excede a simples transmissão do conhecimento e adquire um caráter muito mais formativo que informativo. Para isso, necessita estabelecer estratégias de ensino voltadas a estimular a ao do aluno e seu envolvimento com os conteúdos propostos.

O conceito de *estratégia* utilizado neste trabalho É o de Fayard (2000): cobre a concepo, a gerao e a implantao de vias e meios que concretizam um objetivo perseguido (p.32). Informao e comunicao representam, portanto, os meios de realizao da estratégia definida para atingir o objetivo definido pelo estrategista, que, nesse caso, será identificado com o professor, cujo objetivo final É apoiar a atividade de aprendizagem do aluno.

No ensino, o professor usa de várias estratégias para representar e disponibilizar o conteúdo de sua disciplina, sem o que a informao pode ser percebida pelo aluno como uma simples teia de conteúdos complexos e incompreensíveis, o que muitas vezes ocorre no ensino de Bioquímica, que trata das substâncias e suas transformaies em nível celular. Nesse caso, É preciso disponibilizar a informao necessária para o entendimento do conteúdo, procurando modelar de forma mais eficiente o conhecimento que o aluno deverá construir, incluindo a rede de conceitos envolvidos nesse conteúdo.

Para apoiar este último item ã a aprendizagem da rede de conceitos envolvidos no conteúdo de Bioquímica ã foram usados mapas conceituais, ferramentas sugeridas pelas ciências cognitivas. O objetivo deste trabalho É descrever uma experiência prática de uso de mapas conceituais no ensino de Bioquímica, visando acompanhar o processo de aprendizagem dos alunos, monitorado através de sua capacidade de expressar os conceitos da disciplina, ao qual tiveram acesso através de um estudo em grupo com jogo de seqüência lÚgica.

2.1 Mapas conceituais e o ensino de Bioquímica

Os mapas conceituais (MOREIRA, 1987) são representações gráficas de um conjunto de conceitos de qualquer domínio, disposto de forma a evidenciar suas relações. São diagramas que facilitam a modelização do conhecimento, tendo sido usados em várias áreas das Ciências Cognitivas. Podem ser usados como um instrumento que se aplica ao ensino e aprendizagem escolar, desde as atividades de análise de currículo, até a produção de sistemas virtuais, em avaliação e pesquisas em monitoramento dos processos educacionais. Estruturados a partir das teorias relacionadas às redes semânticas (AMORETTI, 2000), podem representar uma estrutura hierárquica, que vai desde os conceitos mais abrangentes até os menos inclusivos, como foi proposto no presente trabalho, ou de forma puramente relacional, sem qualquer hierarquia entre os conceitos. Podem ser utilizados para auxiliar a ordenação e o seqüenciamento hierarquizado dos conteúdos de ensino, de forma a permitir ao aluno organizar seus conhecimentos. Os mapas podem ser definidos pela predominância do caráter puramente associativo dos conceitos apresentados (atributos); ou do caráter classificatório (categorias).

No caso dos mapas associativos, aplicados ao tema da Bioquímica, considerou-se que apenas estabelecem relações entre os conceitos tratados, as propriedades das substâncias e suas relações, de forma não hierárquica ou classificatória. Durante a experiência observada, foram considerados *associativos* os mapas que apenas descreveram conhecimento sobre o assunto, associando conceitos sem estabelecer categorias, níveis, ordens ou etapas de processamento. Já os mapas de natureza *classificatória*, nesse caso, foram considerados aqueles nos quais o aluno estruturou conhecimento através da definição de categorias,

identificando ordem, etapas e hierarquia no processamento das relações.

O uso de mapas conceituais possibilita apoiar o desenvolvimento de um processo cognitivo de aprendizagem em que o aluno organiza o seu conhecimento de forma autônoma. Ele próprio orienta a aquisição de novas informações que estão diretamente relacionadas com o conhecimento que possui no momento da aprendizagem. Na elaboração de um mapa conceitual, o aluno aprende a agrupar os conceitos segundo seus traços perceptivos e segundo as categorias que têm um significado em sua experiência anterior. Essa representação facilita a apreensão do conhecimento porque a memória humana reconhece e retém mais rapidamente as propriedades mais importantes do conceito, facilitando o processo mental da compreensão.

O fato de simular aspectos típicos da cognição humana, através da associação de novas propriedades aos conceitos básicos, constitui uma representação aberta do conhecimento (AMORETTI, 2000). Como representação aberta do conhecimento, não existe mapa certo ou errado e, por isso, a avaliação do trabalho do aluno não pode ser feita pelos parâmetros tradicionais de mensuração por perguntas e respostas. Na verdade, esses instrumentos não podem ser usados como ferramenta de avaliação, mas de monitoramento de percurso cognitivo do aluno. Sobretudo, enquanto ferramenta de apoio, deve ser o produto da capacidade do aluno de expressar as conexões entre os conceitos e responder por elas, de forma lógica.

Entre as funções do mapa conceitual podem-se destacar: a de descrever os objetos da experiência; a função econômica, vinculada ao caráter classificatório; a função de organizar os dados da experiência de modo que se estabeleça entre eles conexões lógicas; e ainda a

função fundamental de previsão, na medida em que o conceito é um meio antecipador (AMORETTI, 2000).

Segundo Moreira (1987), o mapa conceitual é um recurso que visa a facilitar a aprendizagem de conceitos. Dispensa equipamentos sofisticados ou instalações especiais, possibilitando seu uso até mesmo nas mais modestas condições de trabalho. Os mapas conceituais podem ser usados, como recurso didático, para organizar relações entre conceitos que integram o conteúdo de uma única aula, de uma unidade de estudo ou de um curso inteiro.

Um exemplo de uso de mapas conceituais em Bioquímica pode ser encontrado no livro de Campbell (2000). A autora apresenta, no início de cada capítulo, um mapa conceitual sobre o assunto que o capítulo aborda, proporcionando ao leitor uma visão geral dos pontos e suas relações, conforme serão tratadas no livro. Este exemplo demonstra uma identidade da natureza visual da ferramenta e de sua capacidade de representar um conjunto, as partes e sua integridade no todo.¹

3 Relato da experiência

Utilizando uma estratégia de pesquisa experimental, o estudo foi realizado com dois grupos de voluntários que mostraram interesse em aprofundar seu conhecimento em Bioquímica. Todos os participantes já tinham tido aula teórica, expositiva, sobre o assunto a ser trabalhado, mas nenhum deles conhecia mapa conceitual.

O primeiro grupo foi composto por sete alunos do curso de Biologia/UFRGS, que não conheciam o DMD. O assunto foi escolhido pelo professor. O segundo grupo foi composto por quatro alunos do curso de Medicina - FFCMPA e monitores da Disciplina de Bioquímica, que já tinham utilizado o método do DMD, mas não o referente ao assunto escolhido pelo professor e diferente do assunto trabalhado com o primeiro grupo. O primeiro grupo trabalhou o conceito de Uréia e o segundo de Fenilalanina.

Como os participantes não tinham trabalhado com mapas conceituais, o professor fez uma explicação sobre o conceito e uso do mapa como representação do conhecimento e entregou para cada um o mapa conceitual apresentado na Figura 1.

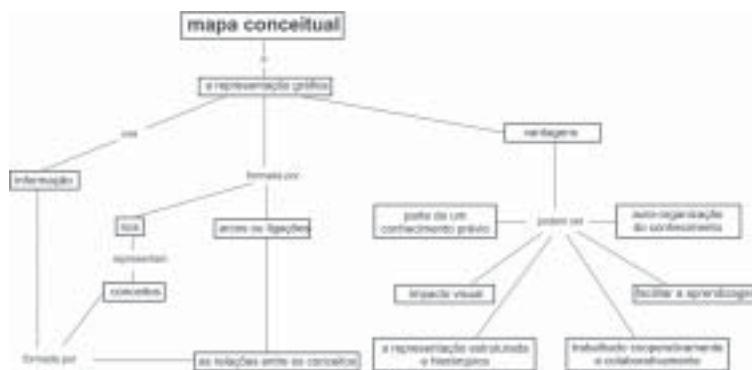


Figura 1: Mapa conceitual explicativo, entregue para os participantes

¹ Não foram localizadas outras referências a respeito de uso de mapas conceituais no ensino de Bioquímica.

As atividades ocorreram durante duas sessões. Na primeira delas, cada participante construiu seu mapa conceitual inicial, individualmente, no momento escolhido por ele, sem a presença do professor e dos demais participantes.²

O grupo se reuniu em dia e hora estabelecidos e o professor coordenou a aplicação do jogo DMD sobre o conceito contido no mapa conceitual inicial, colocando-se como mediador do trabalho dos alunos com o conceito, para realizar as atividades do jogo. Após o estudo em grupo, os participantes foram deixados livres para repetir o jogo, discutir o conteúdo entre eles, sem a presença do professor e, na sequência, elaborar, individualmente, o mapa conceitual final.

Para a construção do mapa conceitual foram utilizados apenas papel, lápis e canetas. O professor não analisou o mapa inicial antes de coordenar a aplicação do DMD. Apenas assinalou como *mapa Inicial* e, ao término da atividade, devolveu-o para cada participante fazer o mapa conceitual final, com base no mapa anterior.

Uma análise qualitativa comparativa foi feita entre os mapas conceituais inicial e final de cada participante. Foram considerados, nesta análise, os seguintes pontos: predominância do caráter associativo ou do caráter classificatório; conceitos e relações corretas; coerência; número de relações; criatividade e lógica.

3 Resultados e discussão

3.1 Observações gerais

3.1.1 Informação visual

Os mapas conceituais dos 11 participantes foram reunidos e estão disponíveis em <<http://bioquimica.ffcmpa.tche.br/mapas.htm>>. Algumas observações gerais puderam ser realizadas a partir da análise do conjunto. Os mapas iniciais indicam que todos os alunos possuem algum conhecimento prévio sobre o conceito proposto. Todos os mapas conceituais finais mostraram uma expansão dos conceitos em relação aos mapas conceituais iniciais, o que pode ser percebido até mesmo pela observação do tamanho dos grafos. A observação puramente visual comparativa entre os mapas iniciais e finais de cada participante mostra que houve uma agregação de novos elementos, reforçando a oportunidade do uso de mapas conceituais na aprendizagem. Os alunos com menor conhecimento prévio (menos representações no mapa inicial) apresentaram maior expansão do mapa conceitual final.

A sinalização pelo professor, em amarelo, de um conceito inadequado no mapa, mostra alguma falha na aprendizagem do aluno em relação a um determinado conceito. Este é um excelente recurso para avaliar o conhecimento do aluno e facilita o trabalho do professor em relação ao conceito. Pode-se observar que os alunos do curso de Medicina apresentaram maior conhecimento do assunto (apenas um participante apresentou um conceito inadequado).

3.1.2 Instrumento de auto-avaliação

Além de representar o conhecimento prévio e o adquirido pelo aluno após o jogo, justificando a aplicabilidade da ferramenta como estratégia de acompanhamento do processo cognitivo, pelo professor, os mapas conceituais também se transformaram em ins-

² Após o jogo, outro mapa deveria ser construído pelo aluno, para comparação entre os dois.

trumento importante para a auto-avaliação do próprio aluno. Avaliações orais feitas pelos alunos foram determinantes para essa observação. Alguns alunos relataram que foi difícil fazer o primeiro mapa e, após o jogo, foi fácil fazer o segundo³. Tal postura remete à consciência do aluno sobre o seu processo de aprendizado, cujo indicador é o próprio mapa.

3.1.3 Inter-relação entre os conceitos

Os mapas também apresentam outra característica desejável ao processo de ensino-aprendizagem: a inter-relação entre conceitos, de tal forma que não se caracterizem como fragmentos, mas sim como partes de um todo, cujas relações são fundamentais para a compreensão do conteúdo em seu sentido mais complexo, que inclui generalizações, abstrações e disposição de conteúdos por ordem de relevância e sentido. Em todos os mapas conceituais evidencia-se a predominância do caráter associativo em relação ao caráter classificatório. Por exemplo, no mapa conceitual da *uréia* foram associados os conceitos de *local de formação*, *função*, *composição*, o que dá uma perfeita ideia da inserção do conceito em um conjunto contextualizado.

3.2 Relatos de observações particulares

Embora os assuntos tenham sido diferentes entre os dois grupos, pôde-se perceber que os conceitos foram agrupados segundo categorias relacionadas à experiência do autor do mapa. Já nas representações iniciais, percebeu-se que os alunos do curso de Biolo-

gia tratam do assunto com enfoque diferente dos do curso de Medicina. Por exemplo, no grupo de alunos de Biologia, foi apresentada em três mapas⁴ uma relação do conceito uréia como fertilizante, benéfica para as plantas. Já nos seus mapas finais, as relações do conceito uréia, que não foram trabalhadas no jogo (DMD), sugerem-se que devem ter considerado irrelevantes estes conceitos naquele momento, porque a utilidade do metabólito não era o foco do estudo, e sim a sua síntese.

Além disso, também houve uma evidência de função antecipadora do mapa, pela análise da participante 3. No primeiro, ela usou um conceito errado, que foi desconsiderado na versão final. Supõe-se que a aluna atualizou o conceito.

A observação dos mapas conceituais elaborados pelo participante 2 mostra o estabelecimento de novas relações a partir dos conceitos já existentes. Por exemplo, no primeiro escreveu apenas o local onde a uréia é formada e no segundo indicou o caminho percorrido e as transformações que sofrem os compostos para sintetizar a uréia. Por tratar-se de um bom exemplo da facilidade de observação visual da expansão de conceitos, e, pela indicação de complexidade da relação percebida entre eles, a Figura 2 apresenta os mapas inicial e final desse participante.

Conceitos bioquimicamente errados foram suprimidos no mapa conceitual final do participante 4, sem que o professor tenha feito a correção ou discutido este conceito durante o estudo com o DMD. Os mapas conceituais fi-

³ Embora o próprio DMD não tenha sido objeto de avaliação, nesse momento, do ponto de vista da eficiência do jogo como estratégia educacional, a expansão do mapa conceitual inicial de todos os participantes permite sugerir que o DMD facilita a aprendizagem, uma vez que possibilita ao aluno fazer novas relações e ampliar o seu conhecimento.

⁴ Disponibilizados como mapas 3, 4 e 5 no endereço já indicado no item 3.1.1.

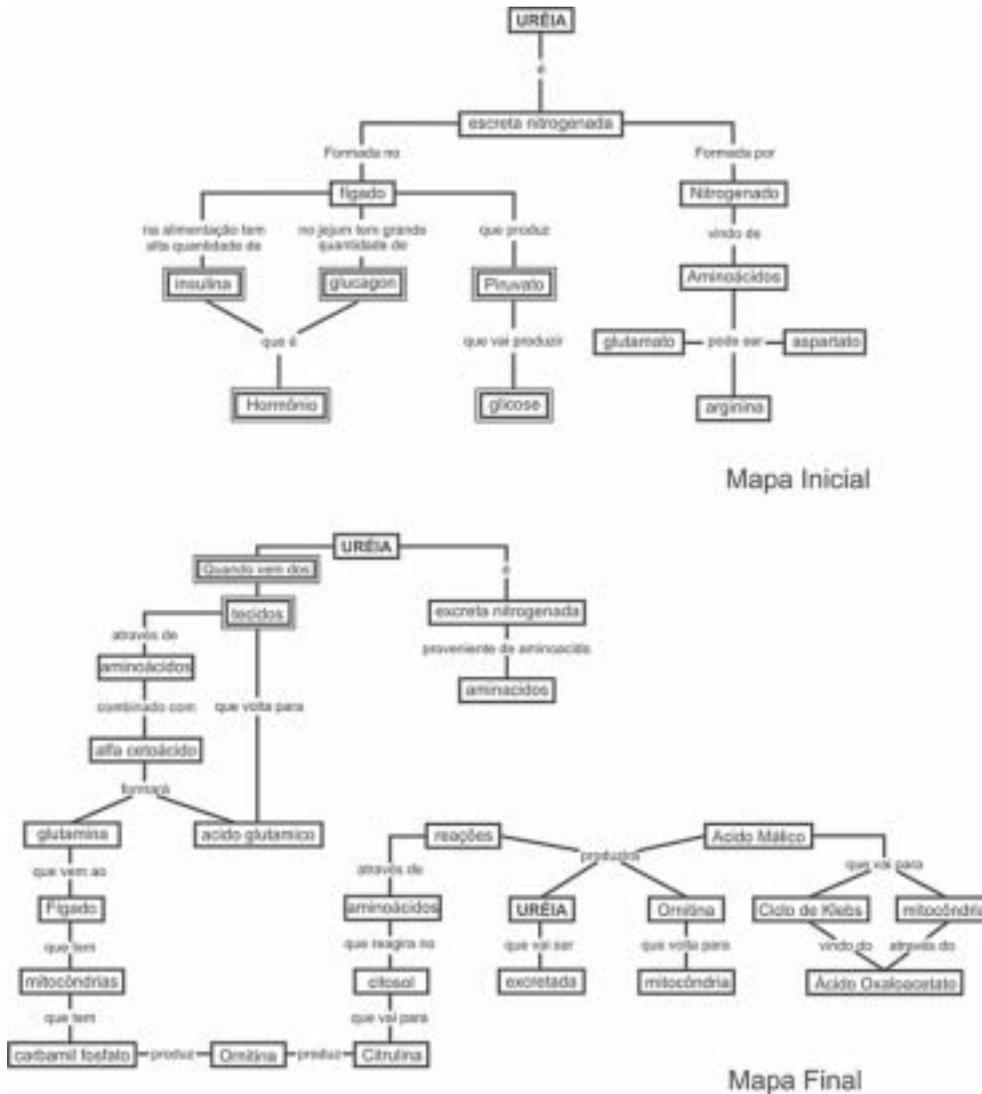


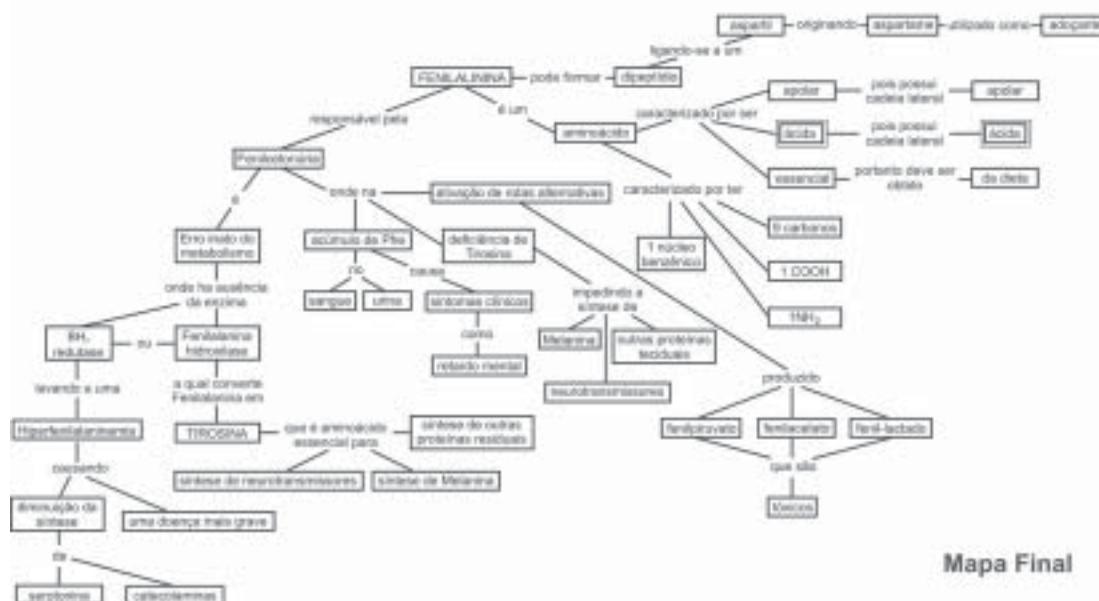
Figura 3: Mapas conceituais do participante 4.

conceitos, ou os omitiu. Por exemplo, o mapa inicial do participante 8, em que não foram colocados os links. Esta dificuldade não apareceu

nos mapas conceituais finais, o que pode ser explicado pela falta de experiência dos participantes em elaborar mapas conceituais.



Mapa Inicial



Mapa Final

Figura 4: Mapas conceituais do participante 11.

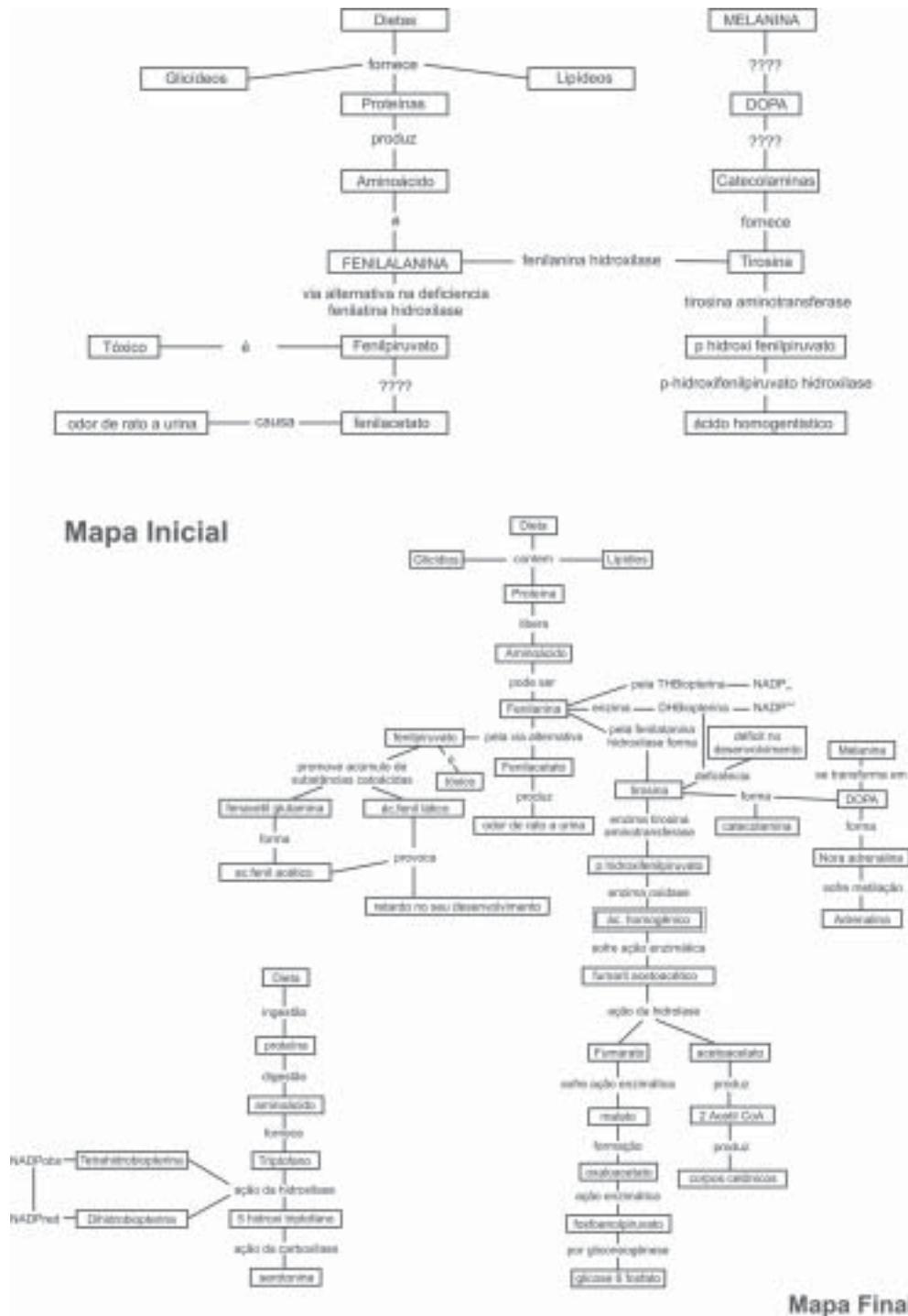


Figura 5: Mapas conceituais do participante 8.

4 Conclusão

A comparação entre os mapas iniciais e finais de cada participante permite concluir que houve expansão dos conceitos e de relações entre eles, evidenciadas pelos mapas conceituais.

Pelos resultados relatados é inegável que a utilização de mapas conceituais auxilia a observação da aprendizagem de novos conceitos. Sugere-se que possam ter ocorrido alterações na estrutura cognitiva dos alunos que testaram seu conhecimento prévio, realizaram o jogo como atividade pedagógica e após representaram novamente seu conhecimento em novos mapas conceituais.

Os mapas mostraram que os alunos modificaram a compreensão sobre os conceitos que constituíram o assunto⁵, além de terem formado novas conexões entre eles. A aprendizagem teria ocorrido a partir da conscientização do aluno sobre seu próprio pro-

cesso de construção da teia de conceitos representada através dos mapas conceituais iniciais e finais.

Além disso, a análise dos mapas conceituais dos alunos permite ao professor rapidamente identificar não apenas os pontos em que um determinado aluno não apresentou um bom entendimento, mas também ter uma visão do conjunto da turma e realizar um planejamento de partes do curso, ou mesmo do próprio jogo, que podem ser reformuladas para facilitar a compreensão.

O trabalho concluiu não apenas pela utilização bem sucedida desse instrumento de representação e monitoração do processo cognitivo dos alunos no mapa conceitual, mas também, indiretamente, pela análise dos resultados apresentados nos mapas, pela eficiência do jogo DMD como estratégia pedagógica eficiente para o ensino de Bioquímica, devendo ser realizadas novas experiências para validar ambas as conclusões.

⁵ Os autores ressaltam que o instrumento foi usado imediatamente após a realização do jogo, não tendo sido avaliada a consolidação do conhecimento adquirido em termos de memória de longo prazo.

Agradecimentos

Agradecemos aos alunos do curso de Medicina da FFFCMPA e aos alunos do curso de Biologia da UFRGS, por terem aceito participar deste trabalho; ao Sr Rubens Renato Abreu pelo tratamento de imagens, especialmente a Técnica de Laboratório e acadêmica de Biologia Rosângela Bjerk, pelo seu auxílio na execução deste trabalho; ao Professor Antônio João Siqueira, por sua constante orientação; e a secretária Ana Luiza Oliveira.

Referências

- AMORETTI, Suzana Marc. Protótipos e estereótipos: aprendizagem de conceitos Mapas Conceituais: experiência em Educação a Distância. **Revista Informática na Educação Teoria & Prática**, v.4 n.2: PGIE/UFRGS, dez 2001.
- AMORETTI, M.S.M.; TAROUÇO, L.M.R. Mapas Conceituais: Modelagem Colaborativa do Conhecimento. Porto Alegre, **Informática na Educação: Teoria e Prática**, v. 3 n.1, p.67-71, set 2000.
- CAMPBELL, M.K. **Bioquímica**. 3a. Edição. Porto Alegre: Artes Médicas Sul, 2000.
- FAYARD, P. **O Jogo da Interação**. Informação e Comunicação em Estratégia. Caxias do Sul: Universidade de Caxias do Sul, 2000.
- MOREIRA, Marco A. **Mapas Conceituais – Instrumentos Didáticos, de Avaliação e Análise de Currículo**. São Paulo: Moraes, 1987.
- SIQUEIRA, A.J.S.; REMÍO, J.O.R., AZEVEDO, A.M.P. Dynamic Metabolic Diagrams in Biochemistry. Leeds, **Biochemical Education**, v.20 n 2, p. 97- 98, 1992.

Recebido em 01/09/2003

Aceito para publicação em 24/07/2004

Ana Maria Ponzio de Azevedo

Professora da Fundação Faculdade Federal de Ciências Médicas de Porto Alegre, MS em Ciências Biológicas: Bioquímica, Doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Informática na Educação da UFRGS.

E-mail: anzevedo@ffcmpa.tche.br,
<http://www.ffcmpa.tche.br>

Maria Suzana Marc Amoretti

Professora, doutora em Lingüística, Semiótica e Ciências Cognitivas (Universidade de Limoges/França), pesquisadora do CNPq e professora do Curso de Doutorado em Informática na Educação da UFRGS.

E-mail: suzana@pgie.ufrgs.br
<http://www.planeta.terra.com.br/educacao/suzana>

Maria Isabel Timm

Jornalista, Especialista em Comunicação (PPGCOM-UFRGS), Doutoranda em Informática na Educação (UFRGS), Coordenadora Operacional do Núcleo de Multimídia e Ensino a Distância da Escola de Engenharia da UFRGS.

E-mail: betatimm@ufrgs.br
<http://www.nmead.ufrgs.br>

Milton Antonio Zaro

Físico, Ph.D. em Metalurgia Física (UFSC), Coordenador Pedagógico do Núcleo de Multimídia e Ensino a Distância da Escola de Engenharia da UFRGS.

E-mail: zaro@ufrgs.br,
<http://www.nmead.ufrgs.br>